

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) **Юнаков Л. П.**  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андрюшкин А.Ю., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4.5 — способность применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-4.5**

*знания:*

1. Постановки задачи конструирования, содержания и особенностей процесса конструирования.
2. Основных особенностей расчета нагрузок, действующих на конструкции корпуса космического аппарата (КА).
3. Конструктивно-силовых схем типовых конструкций КА.
4. Особенности и применения конструкционных материалов.;

*умения:*

Рассчитывать нагрузки, действующие на конструкции корпуса КА.;

*навыки:*

Анализировать особенности, достоинства и недостатки конструктивно-силовых схем типовых конструкций КА..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПСК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.5
4	7	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах. Основные понятия. Требования, предъявляемые к конструкции. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования. Классификация нагрузок. Статические нагрузки. Внешние силы. Внутренние силовые факторы. Динамические нагрузки. Динамическое нагружение конструкции панели солнечной батареи при раскрытии. Конструктивно-силовые схемы (КСС) отсеков корпуса КА. КСС и формы топливных баков. КСС солнечных батарей. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам, критерии их выбора. Особенности и применение металлических конструкционных материалов. Особенности и применение композиционных материалов.	97	37	26	11	60	60
4	7	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА. Стрингерный отсек. Герметичный приборный отсек. Ферменный отсек. Подвесные сферический и торовый баки.	47	14	8	6	33	40
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	Расчет нагрузок, действующих на конструкции отсеков корпуса КА.	6
2		Изучение типовых узлов соединения отсеков корпуса КА и элементов отсеков. Выполнение эскизов соединений.	5
3	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	Проектировочный прочностной расчет корпуса герметичного приборного отсека КА.	6
Всего за 7 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	Изучение литературы по теме раздела.	25
2		Выполнение практических заданий.	25
3		Подготовка к сдаче практических заданий.	10
4	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	Изучение литературы по теме раздела.	18
5		Выполнение практических заданий.	10
6		Подготовка к сдаче практических заданий.	5
Всего за 7 семестр			93

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7						ДР				ДР	Отч. по ПЗ				ОС	ДР	Отч. по ПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1991, 19 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
4. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
5. Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986, 9 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты). Харьков: Изд-во ХАИ, 2011, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-4.5 способность применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с несущими конструкциями космических аппаратов, их нагружением, а также выбором конструкционных материалов и основами прочностного расчета конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.</b>		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	25
Выполнение практических заданий.	Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (1)	25
Подготовка к сдаче практических заданий.	Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1986 (16)	10
Итого по разделу 1		60
<b>Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.</b>		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	18
Выполнение практических заданий.	Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (2) Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1986 (10)	10
Подготовка к сдаче практических заданий.	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-7) К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты): Харьков: Изд-во ХАИ, 2011 (1-6, 8)	5
Итого по разделу 2		33

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Устный опрос студентов

Каждому студенту устно задаются два вопроса по разделам курса. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок.

Перечень контрольных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### Экзамен

К экзамену допускаются студенты, защитившие все практические задания, предусмотренные рабочей программой. Экзамен проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса экзаменационного билета. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 71-85 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-70 баллов.
- "неудовлетворительно" - менее 60 баллов.

Вопросы к экзамену размещены в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-4.5	
4	7	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	97	37	26	11	60	60	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
4	7	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	47	14	8	6	33	40	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-4.5

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Основные достоинства и недостатки алюминиевых сплавов типа АМг.
  - № 2 Перечислите виды подложек солнечных батарей.
  - № 3 Перечислите внутренние силовые факторы, действующие в сечении корпуса КА.
  - № 4 Требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
  - № 5 Сформулируйте постановку задачи конструирования.
  - № 6 Что такое стрингер?
  - № 7 Что такое шпангоут?
  - № 8 Что такое удельная прочность материала при растяжении?
  - № 9 Что такое удельная жесткость материала?
  - № 10 Как зависит устойчивость тонкой цилиндрической оболочки при продольном сжатии от несовершенств ее формы?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Что такое устойчивость тонкостенной конструкции?
    - a. Способность сопротивляться циклическим нагрузкам
    - b. Способность сопротивляться термоупругим деформациям
    - c. Способность сохранять первоначальную форму при действии сжимающей нагрузки
    - d. Способность сопротивляться хрупкому разрушению
  - № 2 Когда имеет место случай максимальной продольной перегрузки на участке выведения КА в составе ракеты-носителя (РН)?
    - a. На участке разворота РН
    - b. При максимуме продольной аэродинамической силы
    - c. В конце работы двигателя первой ступени РН
    - d. При старте РН
  - № 3 Что такое конструктивно-силовая схема конструкции?
    - a. Схема нагружения конструкции КА
    - b. Схема составных частей КА
    - c. Упрощенная модель совокупности взаимосвязанных силовых элементов конструкции
    - d. Схема, показывающая взаимное расположение частей КА
  - № 4 Укажите, какие силы относятся к массовым и какие к поверхностным:
    - 1. Сила инерции
    - 2. Сила давления в камере двигателя
    - 3. Аэродинамическая сила
    - 4. Сила реакции опоры
  - № 5 Укажите, назначение фитингов переходного ферменного отсека.
    - a. Соединение ферменного отсека с другими отсеками
    - b. Обеспечение устойчивости стержней
    - c. Соединение концов стержней
    - d. Передача нагрузок к ферменному отсеку и от ферменного отсека

- № 6 Укажите, какие утверждения относятся к стрингерному отсеку и какие к лонжеронному.
1. Данная конструктивно-силовая схема отсека практически не используется на космических аппаратах
  2. Отсек содержит большое количество элементов продольного силового набора
  3. Меридиональные напряжения в элементах продольного силового набора и обшивке практически одинаковы
  4. Данная конструктивно-силовая схема отсека используется преимущественно при воздействии на отсек сосредоточенных продольных сжимающих усилий
- № 7 Что такое коэффициент запаса прочности или устойчивости?
- a. отношение расчетной нагрузки к эксплуатационной
  - b. отношение предельных напряжений к расчетным
  - c. отношение расчетных напряжений к предельным
  - e. отношение критических напряжений к пределу текучести
- № 8 В каких случаях конструкцию необходимо рассчитывать на устойчивость?
- a. в тонкостенной конструкции действуют растягивающие напряжения
  - b. стержень нагружен продольной сжимающей нагрузкой
  - c. сплошной цилиндр нагружен продольной сжимающей нагрузкой
  - d. в тонкостенной конструкции действуют сжимающие напряжения
- № 9 Укажите, какие утверждения относятся к топливным отсекам с отдельными баками и какие к топливным отсекам с совмещенными баками.
1. Меньше перетекание тепла от высококипящего к криогенному компоненту топлива
  2. При прочих равных условиях длина топливного отсека меньше
  3. Более надежно разделены самовоспламеняющиеся компоненты топлива
  4. При прочих равных условиях масса топливного отсека немного меньше
- № 10 Чему равно внутреннее избыточное давление в негерметичном отсеке КА (размерность в Па) при давлении окружающей среды  $0,5 \cdot 10^5$  в 5 степени Па?
1.  $0,5 \cdot 10^5$  в 5 степени Па
  2. 0 Па
  3.  $10^5$  в 5 степени Па